

试 卷 十 八

2003 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：金属学

适用专业：材料科学与工程

一、填空 ($0.5 \times 30 = 15$ 分)

1. FCC 结构的密排方向是 (1)，密排面是 (2)，密排面的堆垛顺序是 (3)，致密度为 (4)，配位数是 (5)，晶胞中原子数为 (6)，把原子视为半径为 r 的刚性球时，原子的半径和点阵常数 a 的关系为 (7)。

2. 形成有序固溶体的必要条件是：(8)、(9)、(10)。

3. 无序固溶体转变为有序固溶体时，合金性能变化的一般规律是：强度和硬度 (11)，塑性 (12)，导电性 (13)。

4. Fe-Fe₃C 相图中含碳量小于 (14) 为钢，大于 (15) 为铸铁；铁碳合金室温平衡组织均由 (16) 和 (17) 两个基本相组成；奥氏体其晶体结构是 (18)，合金平衡结晶时，奥氏体的最大含碳量是 (19)；珠光体的含碳量是 (20)；莱氏体的含碳量为 (21)；在常温下，亚共析钢的平衡组织是 (22)，过共析钢的平衡组织是 (23)；Fe₃C_I 是从 (24) 中析出的，Fe₃C_{II} 是从 (25) 中析出的，Fe₃C_{III} 是从 (26) 中析出的，它们的含碳量为 (27)。

5. 图 18-1 为简单立方点阵晶胞，其中 ABC 面的面指数是 (28)，AD 的晶向指数是 (29)。

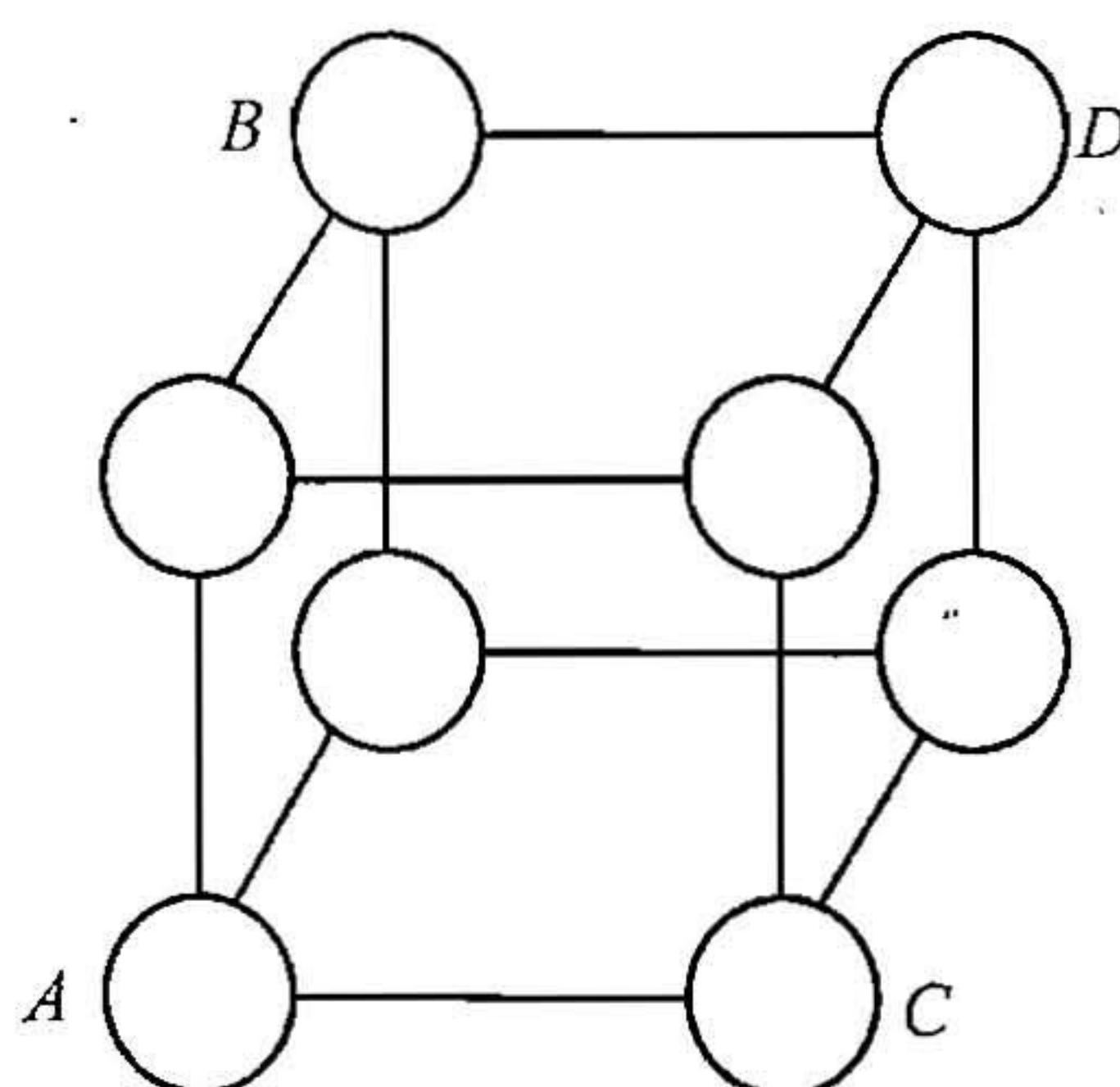


图 18-1 第一题第 5 小题图

6. 图 18-2 是 $A-B-C$ 三元系成分三角形的一部分, 其中 X 合金的成分是 (30)。

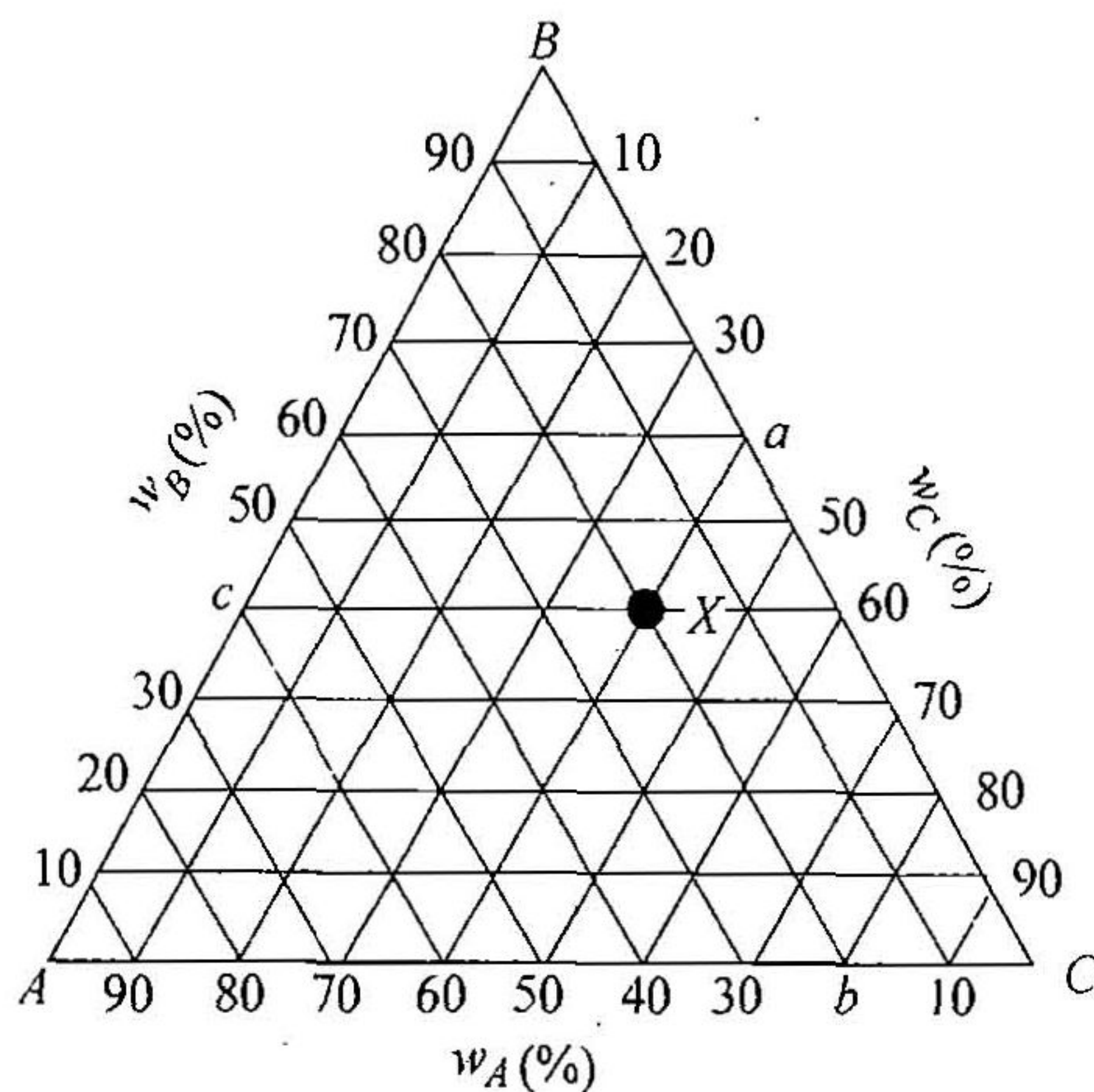


图 18-2 第一题第 6 小题图

二、简答 ($6 \times 5 = 30$ 分)

1. 晶带和晶带轴; 2. 柱状晶和等轴晶; 3. 包析反应和共析反应; 4. 割阶和扭折; 5. 冷加工与热加工。

三、(10 分)

1. 试根据凝固理论, 分析通常铸锭组织的特点。
2. 根据冷却速度对金属组织的影响, 现要获得非晶, 亚稳相, 请指出其凝固时如何控制。
3. 试说明在正温度梯度下为什么固溶体合金凝固时可以呈树枝状方式成长, 而纯金属则得不到树枝状晶。

四、(20 分) Al-Cu 相图的局部如图 18-3 所示。

1. 分析 5.6% Cu 合金和 5.7% Cu 合金在平衡结晶和快速冷却不平衡结晶时室温组织特点。

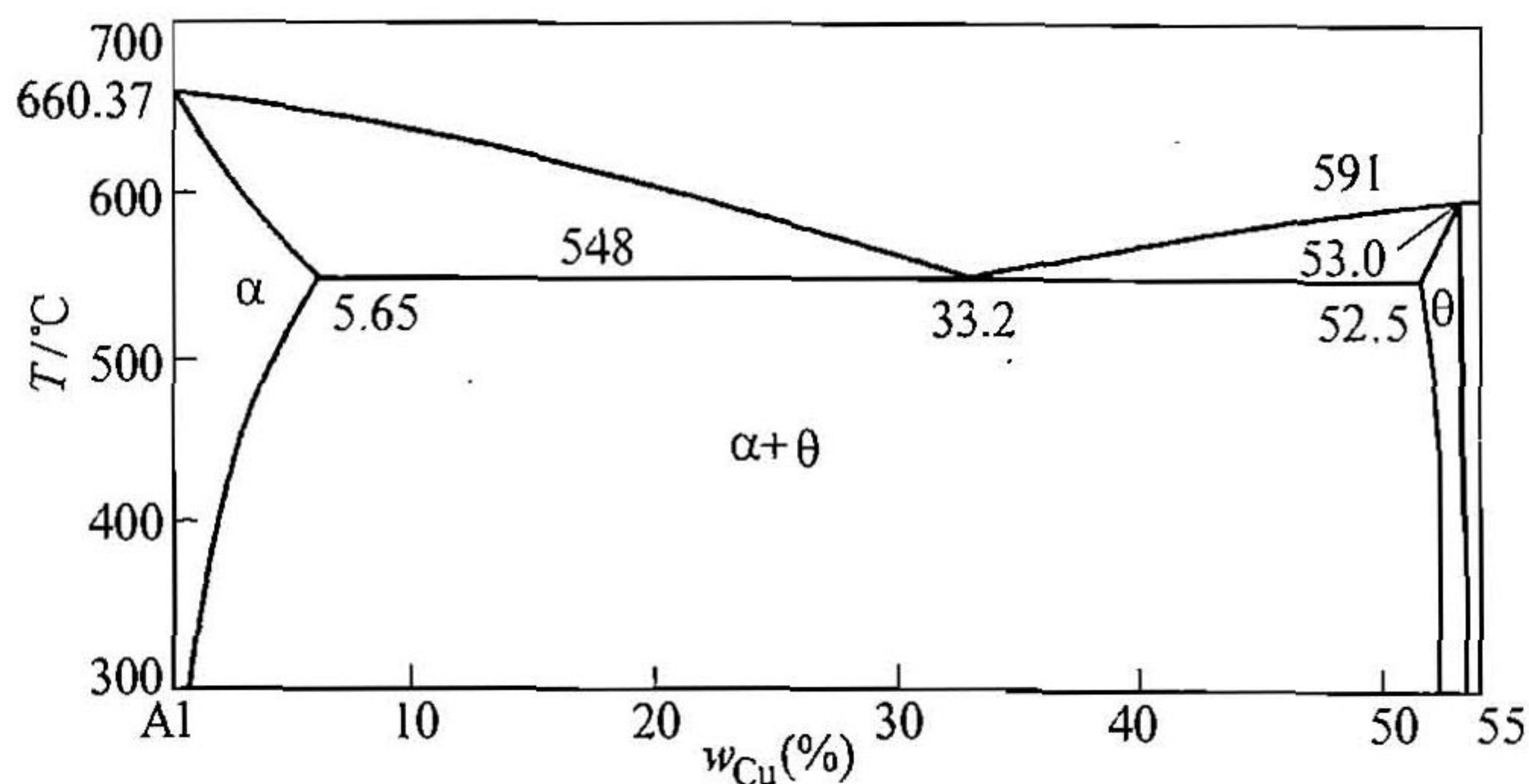


图 18-3 第四题图

2. Al 为 FCC 结构，图中的 α 相为何种晶体结构？
3. 指出此二元系中比较适合作变形合金和铸造合金的成分范围。
4. 计算出亚共晶合金在温度为 T_E （共晶反应前）时的平衡分配系数。
5. 设 X 合金平衡凝固完毕时的组织为 α 初晶 + $(\alpha + \theta)$ 共晶，其中 α 初晶占 80%，则此合金中刚凝固完毕时 θ 组元的含量是多少？
6. 绘出 $T = 560^\circ\text{C}$ 温度时各相的自由能—成分曲线示意图。

五、(10 分) 图 18-4 为 Fe-W-C 三元系的液相面投影图。写出 1700°C 、 1200°C 、 1085°C 的四相平衡反应式。选择一个合金成分其组织在刚凝固完毕时只有三元共晶。

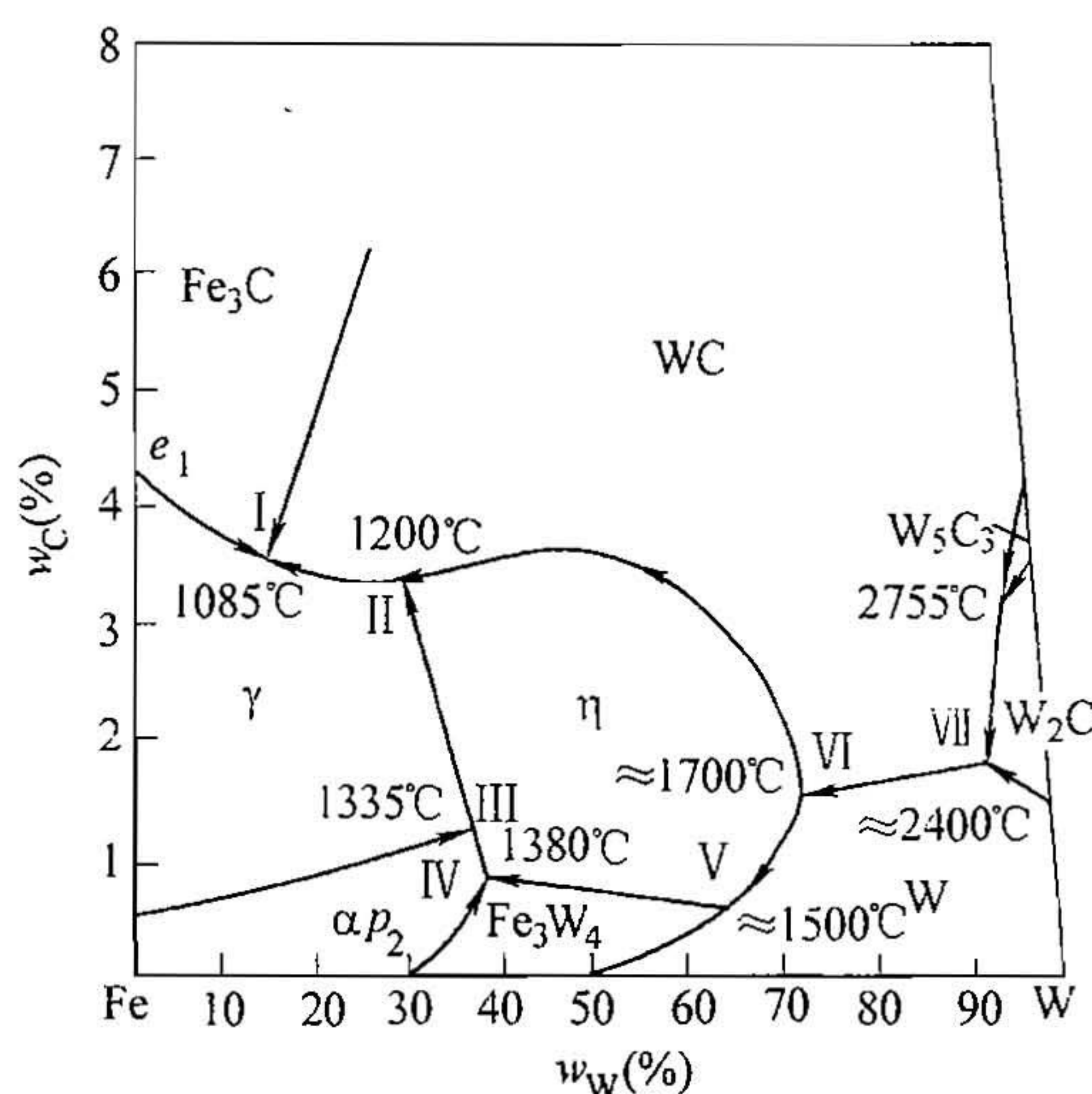


图 18-4 第五题图

六、(10 分) 图 18-5 所示低碳钢的三条拉伸曲线中， a 为塑性变形； b 为去载后立即再行加载； c 为去载后时效后再加载。试回答下列问题：

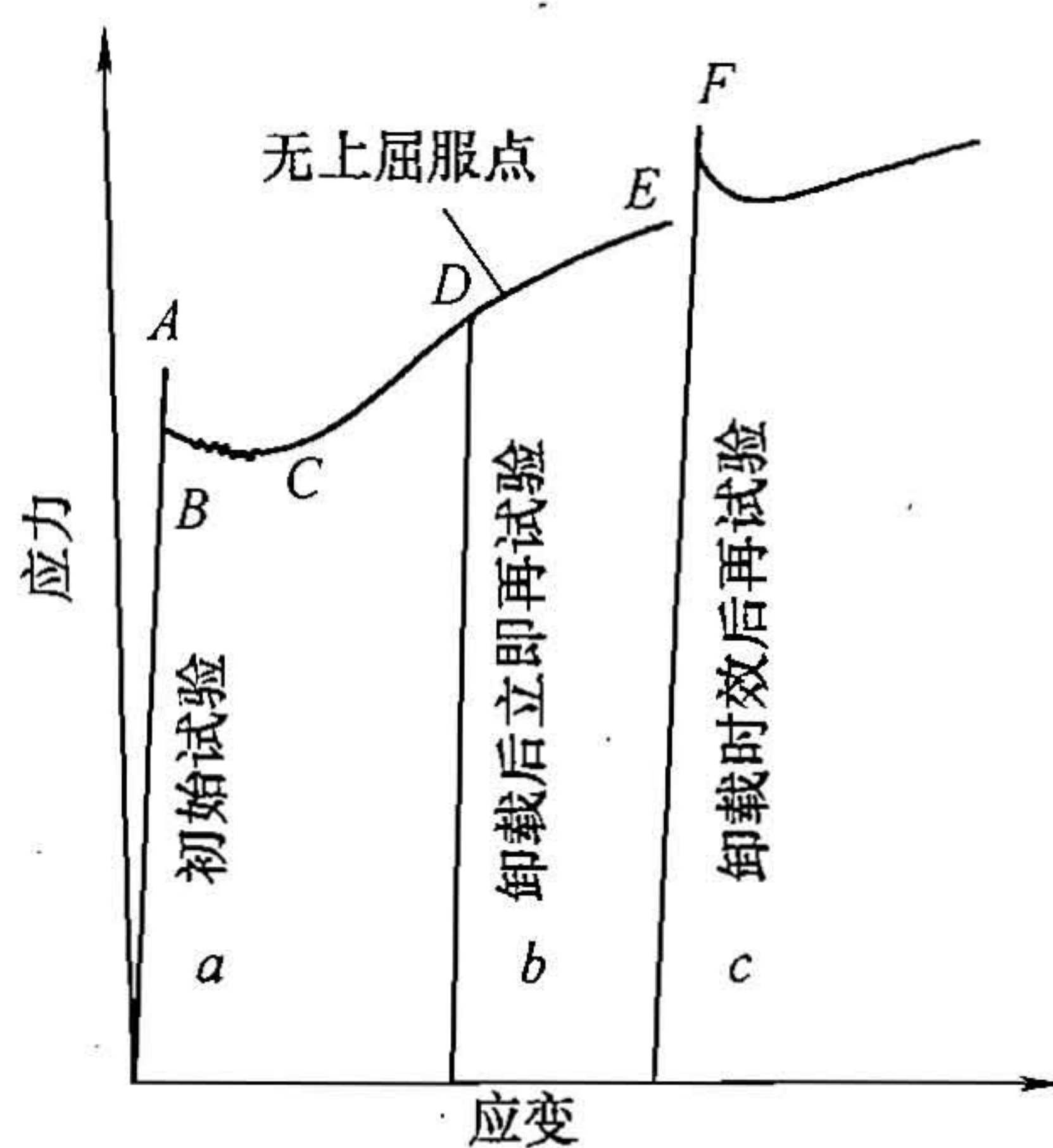


图 18-5 第六题图

1. 解释图示三曲线的屈服现象, 及 b 、 c 中屈服点上升的原因。

2. 屈服现象对冲压制件表面质量有何不利影响。

七、(10 分) 户外用的架空铜导线(要求一定的强度)和户内电灯用花线, 在加工之后可否采用相同的最终热处理工艺? 为什么?

八、(10 分) 如何提高固溶体合金的强度?

九、(10 分) 试说明晶界对材料性能及变形的影响。

十、(10 分) 简单说明原子扩散对材料的影响; 举两个实例说明金属中的上坡扩散现象。

十一、(15 分) 工业纯铜的熔点为 1083°C , 在剧烈冷变形后的工业纯铜板上取三个试样, 第一个试样加热到 200°C , 第二个试样加热到 500°C , 第三个试样加热到 800°C , 各保温一小时, 然后空冷。试画出各试样热处理后的显微组织示意图, 说明它们在强度和塑性方面的区别及原因。

标准答案

一、

(1) $\langle 110 \rangle$; (2) $\{111\}$; (3) $ABCABC\cdots$; (4) 0.74; (5) 12; (6) 4; (7)

$r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$; (8) 异类原子之间相互吸引力大于同类原子之间吸引力; (9) 一定的化学成分; (10) 较慢的冷却速度; (11) 升高; (12) 降低; (13) 降低; (14) 2.11% C; (15) 2.11% C; (16) 铁素体 (α); (17) 渗碳体 (Fe_3C); (18) FCC; (19) 2.11%; (20) 0.77%; (21) 4.3%; (22) 铁素体和珠光体; (23) 珠光体和 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$; (24) 液相; (25) 奥氏体; (26) 铁素体; (27) 6.69%; (28) (101); (29) $[\bar{1}11]$; (30) 20% A-40% B-40% C。

二、

1. 晶带和晶带轴: 许多平行于同一晶向的不同的晶面组的总称为晶带, 而与这些晶面组平行的晶向称为晶带轴。

2. 柱状晶和等轴晶: 金属晶体结晶过程中沿着散热方向优先生长形成的长条形晶粒称为柱状晶, 而如果晶粒长大时没有择优方向, 向各个方向长大速度基本相等所得到的晶粒称为等轴晶。

3. 包析反应和共析反应: 由两个固相反应得到一个固相的过程为包析反应, 而由一个固相分解得到其他两个固相的反应为共析反应。

4. 割阶和扭折: 位错运动过程中与其他位错交截后形成一定的位错交截折线, 若交截后的位错折线在原来位错的滑移面上, 此位错折线称为扭折, 若交截后的位错折线垂直于原来位错的滑移面, 此位错折线称为割阶。

5. 冷加工与热加工：通常根据金属材料的再结晶温度来加以区分，在再结晶温度以上的加工称为热加工，低于再结晶温度又是室温下的加工称为冷加工。

三、

1. 通常铸锭组织的特点为外层的细等轴晶，铸锭表面向里有柱状晶，心部为粗大等轴晶。

2. 要获得非晶可以以极快速度将金属液体冷却，要获得亚稳相也必须使冷却速度远远超过平衡冷却速度。

3. 由于溶质原子再分配造成成分过冷，使固溶体合金正温度梯度下凝固时也可以呈树枝状方式成长；而纯金属则需要在负温度梯度下才能得到树枝状晶。

四、

1. 5.6% Cu 合金在平衡结晶时室温组织为 $\alpha + \theta_{II}$ ，快速冷却不平衡结晶时室温组织还出现少量非平衡共晶组织 $(\alpha + \theta)_{共晶}$ ；5.7% Cu 合金在平衡结晶时室温组织为 $\alpha + \theta_{II} + (\alpha + \theta)_{共晶}$ ，快速冷却不平衡结晶时室温组织出现离异共晶。

2. FCC 结构。

3. Cu 含量少于 5.65% 的合金为变形合金，Cu 含量大于 5.65% 的合金为铸造合金。

4. $k_0 = 0.17$ 。

5. 11.76%。

6. $T = 560^\circ\text{C}$ 温度时各相的自由能—成分曲线示意图如图 18-6 所示。

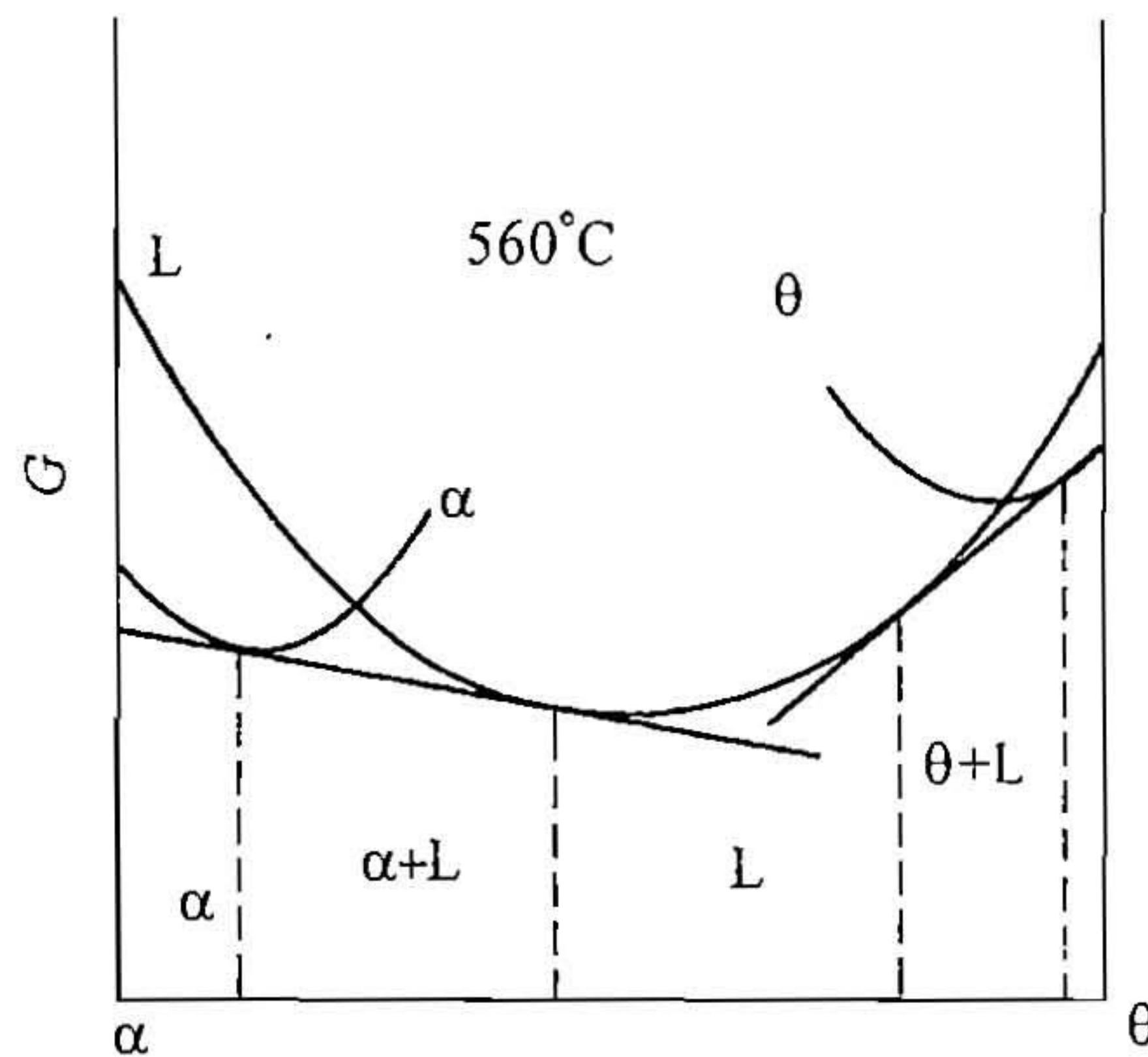


图 18-6 第四题第 6 小题解答图

五、各四相平衡反应式分别为： 1700°C ： $L + \text{WC} + \text{W} \rightarrow \eta$ ， 1200°C ： $L + \eta \rightarrow \text{WC} + \gamma$ ， 1085°C ： $L \rightarrow \gamma + \text{WC} + \text{Fe}_3\text{C}$ ；I 合金成分其组织在刚凝固完毕时只有三元共晶。

六、

1. 由于柯垂耳气团的影响。

2. 屈服现象使得冲压制件表面不平整。

七、不能采用相同的最终热处理工艺，户外用的架空铜导线要求较高的强度，一般用回复退火消除应力同时保留一定强度，户内电灯用花线需要易于变形和高的导电性能，可以采用再结晶退火使之软化，获得高的导电性能。

八、固溶强化，加工硬化，细晶强化，沉淀强化。

九、晶界影响到材料的各个方面，具有晶界能，影响到多晶材料中的第二相的形状，晶界可以运动，有晶界偏聚，晶界电荷变化，承担载荷传递作用，晶界熔点低，易过烧，晶界是易扩散通道，晶界处易形核，晶界易受腐蚀；晶界对金属材料在常温下强化，高温下弱化。

十、原子扩散对材料的影响如铸造中晶粒形核和长大、晶界运动、氧化等许多过程均涉及到原子扩散；金属中的上坡扩散实例如柯垂耳气团的形成，调幅分解过程等。

十一、试样热处理后的显微组织示意图（略，分别为纤维组织、再结晶组织和晶粒长大组织）；200℃ 加热试样强度高，塑性低，500℃ 加热试样强度低，塑性好，800℃加热试样强度更低，造成强度和塑性差别的主要原因是剧烈冷变形后的工业纯铜板在随后的加热中温度不同，分别经受回复、再结晶和晶粒长大的过程。